Göttingen
Lane Medical Library

Die „Filterfalte“ und die Verteilung der Sinnesknospen in der Mundhöhlenschleimhaut bei Spelerpes bilineatus, beurteilt nach einem Wachsplattenmodell.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

der

hohen medizinischen Fakultät

der

Georg August Universität zu Göttingen.

Vorgelegt von

Luise Spohr, appr. Zahnärztin

aus Göttingen.

Göttingen 1926.

Druck von Ernst Große, Göttingen.

Referent: Privatdozent Dr. med. Franz Stadtmüller.

Correferent: Professor Dr. med. Hugo Fuchs.

Meinen

lieben Eltern.

Dup. ex., Univ-Bibl., Goettingen, 11 Jul 23

Schon in ichthyologischen Werken aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts stoßen wir wiederholt auf kurze Mitteilungen über das Kiemenfilter der Fische. 1828 berichtete *Cuvier* im ersten einleitenden Bande seiner Naturgeschichte der Fische folgendes: „Die innere Kante der Kiemenbogen ist mit kleinen Plättchen, Zapfen oder Knochenblättchen verziert, die gewöhnlich mit je nach der Spezies verschiedenartig angeordneten Zähnen besetzt sind. Sie dienen allgemein dazu, feste Bestandteile, die der Fisch verschlingt, zurückzuhalten, sie ferner zu hindern mit dem Atemwasser herauszugehen und sich in den Zwischenräumen der Branchialspalten festzusetzen". Die ausführlichsten Angaben finden wir bei *Bergmann* u. *Leuckart* (1852): „Die 4 knöchernen Kiemenbogen sind von Schleimhaut bekleidet, welche die Grundlage zahlreicher Fortsätze bildet. Nach der Mundhöhle hin ist sie häufig mit harten Teilen, feinen Zähnchen usw. inkrustiert, welche vielleicht hier und da auch den Zweck haben, kleine, dem inspirierten Wasser beigemengte Gegenstände abzuhalten, damit sie nicht in die Kiemenhöhlen gelangen . . . usw.". Auf eine wissenschaftliche Bezeichnung für die Filterfortsätze stoßen wir zum 1. Male in der Monographie der österreichischen Südwasserfische von *Heckel* und *Kner* (1858); dort heißen sie „Rechenzähne". Ihre Beschreibung bei Salar Ausonii Val, der Forelle, aus der Familie der Salmonoidei, ist z. B. folgendermaßen: „Die Kiemenbögen sind mit mäßig langen und nicht zahlreichen spitzigen Rechenzähnen besetzt, der letzte trägt deren gewöhnlich nur 7–8 ganz kurze, stumpfe und fein gekerbte". Da man bei der ungenügenden Beschreibung doch keine richtige Vorstellung von ihrer mannigfaltigen

Form und Anordnung erhält, übergehe ich die Erwähnung von diesen Rechenzähnen bei anderen von diesen Autoren aufgezählten Fischen. In den ichthyologischen Werken aus der 2. Hälfte des vergangenen Jahrhunderts sind die Filterapparate des Kiemenkorbes aber stets als „Reusenzähne" oder „Kiemenreuse" verzeichnet. In Anbetracht der morphologischen und physiologischen Bedeutung des Filterapparates hält *Zander* (1903) die bisher übliche Bezeichnung „Reusenzähne" für ganz und gar unzutreffend. „Es wäre also, da die „Reusenzähne" vielmehr nur zapfenartige Wucherungen der Mundschleimhaut, deren bindegewebiger Kern nur kleine Knochenelemente enthält, darstellen – viel passender, nicht von „Reusenzähnen" sondern von „Reusenfortsätzen" zu sprechen, wenn nicht das Wort „Reuse" zu falschen Vorstellungen über die Funktion der fraglichen Fortsätze Anlaß geben könnte". Wenn man den Kiemenkorb einer dem Fischfange dienenden Reuse vergleicht, muß man sich aber vergegenwärtigen, daß der Kiemenkorb nicht starr und unbeweglich mit dem Skelett der Rachenwand verbunden ist, wie das Maschenwerk mit dem Reifen einer Reuse. Aus diesen Erwägungen heraus empfiehlt *Zander* (1903) den Vergleich mit einer Reuse fallen zu lassen. Er schlägt die Bezeichnung „Siebfortsätze" vor, die die Wirkungsweise der Schleimhautfortsätze prägnanter zum Ausdruck bringen soll. *Zander* unterscheidet zur Vereinfachung der Darstellung „vorder- und hinterständige" Siebfortsätze, da sowohl die vordere wie die hintere Kante der Kiemenbogen an ihrer der Rachenhöhle zugekehrten Seite Vorsprünge tragen kann. Er (1906) war der erste, welcher die morphologische Betrachtung des Kiemenfilters in den Vordergrund stellte. An einer Reihe von Süßwasserfischen konstatierte *Zander* (1906), daß tatsächlich die das Filter bildenden Vorsprünge der inneren Kiemenbogenkanten generell zweizeilig angeordnet sind, nach Form und Zahl jedoch großen spezifischen Schwankungen unterliegen.

Die Bezeichnung „Filter- oder Siebfortsätze" *Zander's* übernahm *Stadtmüller* (1924) für die von ihm zuerst genauer untersuchten papillenförmigen Erhebungen auf den Branchialbogen von Salamandridenlarven. Wie bei den Fischen bestehen auch an den Kiemenbogen vieler Urodelen bezw. Urodelenlarven gegen die innere Mündung der Spalte gerichtete Vorsprünge, durch welche der Durchlaß nur von Wasser, nicht aber von mit diesem aufgenommenen Nahrungsteilchen gestattet ist. In der anatomischen Literatur finden wir nur spärliche Angaben über den Bau der Erhebungen an den Branchialbogen der Amphibien speziell der Urodelen. *Gegenbaur* (1901) faßt sie als „Verdichtungen der Schleimhaut von knorpelähnlicher Beschaffenheit, aber nicht aus Knorpel bestehend" auf. Als Autor aus der paläontologischen Literatur nennt *Credner* (1881) sie „zahnförmige Vorsprünge, welche entweder aus reinem Bindegewebe oder aus mit Knorpelzellen angefülltem Bindegewebe bestehen".

Stadtmüller (1924) war der erste, der diese Filterfortsätze bezüglich ihrer Entwicklung und ihres feineren Baues untersuchte. Infolge des im Gegensatz zu den Teleostiern stehenden einfachen Baues und der Entwicklung der Filterfortsätze bei einigen Salamandridenlarven, besonders bei Salamandra maculosa, kam *Stadtmüller* (1924) zu der Ueberzeugung, daß wir es mit Homologa von Zahnanlagen zu tun haben. Er vergleicht, da wir ja bei den Filterfortsätzen dieser Salamandridenlarven frei hervorragende Papillen vor uns haben, sie mit dem sog. „plakoiden Stadium" in der Entwicklung der ersten Zahngenerationen der Knochenfische. Was heißt nun „plakoides Stadium"? *Röse* (1894) sagt: „Unter dem freien Papillen- oder plakoidem Stadium der Zahnentwicklung verstehe ich den Zustand, in welchem sich die Zahnanlagen im Bereiche der Kieferschleimhaut selbst entwickeln und über die tiefstgelegenen Zylinderzellenschicht emporragen, in ähnlicher Weise wie die Anlagen der Plakoidschuppen bei den Haifischen oder den Hautpapillen der Säugetiere". Die Homologisierung

der Filterfortsätze mit Zahnanlagen begründet *Stadtmüller* (1924) im einzelnen genau. Nach ihm trägt bei der Larve von Salamandra atra die kegelförmige, dem Ceratobranchiale aufsitzende bindegewebige Erhabenheit eine Kappe von weicher hyalin erscheinender Masse, die er wegen ihrer Lage zwischen der mesodermalen Papille und der alles überdeckenden Epithellage kurz „Zwischenschicht" nennt. Auf Grund eingehender histologischer Untersuchung vergleicht *Stadtmüller* die mesodermale Papille, die dem Ceratobranchiale aufsitzt, der Zahnpulpa, den umgebenden Epithelmantel der Epithelscheide und endlich die „Zwischenschicht" dem Dentin der Wirbeltierzahnanlagen.

Nicht nur auf den feineren Bau und die Entwicklung der Filterfortsätze hat *Stadtmüller* (1924) aufmerksam gemacht, sondern auch in genauerer Weise als ältere Autoren auf die Lage der papillenartigen Erhebungen im Kiemenkorb der Salamandridenlarven. Er führt aus, daß wir bei den untersuchten Salamandridenlarven ähnlich wie bei Teleostiern an den Kiemenbogen Reihen kleiner warzenförmiger Erhebungen wahrnehmen können, welche beim An- und Ineinanderlegen die Schlundspalten nach Art einer Reuse sperren können. „Der 1. Branchialbogen trägt nur eine sozusagen „hinterständige" Reihe, der zweite eine sozusagen „vorderständige" und eine „hinterständige" Reihe, der dritte verhält sich ebenso, und der letzte zeigt nur eine „vorderständige" Reihe.

So wie bei dem Perennibranchiaten Necturus (s. *Stadtmüller* (1925) einige Filterfortsätze nur mangelhaft ausgebildet zu sein scheinen und hier die „Zwischenschicht" nicht vorhanden ist, so können nach *Stadtmüller* (1925) bei Urodelen z. B. den Salamandrinenspezies Spelerpes und Desmognathus die Filterfortsätze auch allgemein „in ihrer ganzen Entwicklung wesentlich unterdrückt sein". Bei Durchsicht von Schnittserien von Spelerpes bilineat. – Larven der verschiedensten Stadien

(38, 39, 40 und 52 mm L) stellte *Stadtmüller* (1925) fest, daß sich bei der kleinsten Larve nur vereinzelte unwesentliche Erhabenheiten an den Stellen zeigen, wo bei Salamandra typische Filterfortsätze sind, während bei 39 und 40 mm Larven die einzelnen Papillen, wenn man sie überhaupt so nennen kann, zu einer ganz flachen Falte zusammentreten. Bei der größten Larve (52 mm) sieht er nur am 1. Branchialbogen eine sozusagen „hinterständige" kleine Falte.

Auf Grund dieser Beobachtungen stellte *Stadtmüller* in seiner letzten Arbeit (1925) eine schematische Zeichnung her von dem 1. Branchialbogen mit folgender Kiemenspalte (Larve von 52 mm Länge). Bei durchtrenntem 2. Branchialbogen sieht man von rückwärts gegen die „Filterfalte". Um diese Filterfalte deutlich vor Augen zu haben und zu sehen, wie sie in Wirklichkeit bei der Larve vorhanden ist, habe ich es unternommen, nach der *Born*'schen Wachsplattenmodelliermethode ein Modell der Larve in 50facher Vergrößerun gnach Schnitten herzustellen. Das Wachsplattenmodell, hergestellt bei 20 u Schnittdicke, zeigt das Verhalten der Filterfalte am 1. Branchialbogen und die später zu besprechende Sinnesknospenverteilung in der Mundhöhle einer Spelerpes bilineat.-Larve von 52 mm Länge.

Bevor ich zur eigentlichen Beschreibung des von mir hergestellten Modelles bezw. der Zeichnungen übergehe, will ich uns etwas mit der Lebensweise des Tieres vertraut machen. Auf die nach *Percy Moore* (1900) unter die Plethodontidae zählende Salamandridenart Spelerpes bilineatus wurde erst in neuerer Zeit durch *H. H. Wilder* (1899) aufmerksam gemacht. Frühere Schriftsteller scheinen diese in Nordamerika überall in Gesellschaft mit Desmognathus und Spelerpes longicaudus vorkommende Urodelenart für sehr selten gehalten zu haben, ein Umstand, der allein ihrer Gewohnheit, sich zu verstecken, zuzuschreiben ist und der Schwierigkeit für jemanden sie zu finden, der mit ihrer Lebensweise nicht vertraut ist. In kurzer Angabe wurde Spelerpes bil. zuerst von *Green*

(s. b. *H. H. Wilder* 1899) beschrieben, der ihn in New Jersey fand und ihn Salamandra bilineata nannte. Nach *H. H. Wilder* (1899) wird Spelerpes bil., der scheinbar von Bäumen beschattete Stellen bevorzugt, in und um fließende Bäche gefunden, die reich an kleinen Steinen und Geröll sind. Vielleicht die besten Bäche von allen sind die kleinen Gebirgsflüsse, die schnell herabfließen, indem sie abwechselnd mit kleinen seichten Tümpeln Miniaturwasserfälle bilden. Man findet das Tier, indem man alle Steine in der Nachbarschaft eines solchen Bachrandes umwendet, da diese gewöhnlich den Salamandern als Schutz dienen. Vor allem die Larven von Desmognathus und Spelerpes bil., aber auch die erwachsenen Tiere sind oft schwer voneinander zu unterscheiden. Beide Salamandrinen sind auf dem Rücken dunkel marmoriert, und beide besitzen einen breiten Rückenstreifen. Bei Spelerpes bil. ist der Rückenstreifen gewöhnlich hell- oder rehbraun, heller an seinen äußeren Rändern und von einem sehr dunkelbraunen Streifen eingefaßt, daher „bilineatus". Bei vielen Exemplaren von Spelerpes bil. ist das Rückenband ganz dunkel ohne hellere Ränder, daher die große Aehnlichkeit mit Desmognathus. Aber bei Spelerpes bil. ist die Bauchseite im Gegensatz zu der bei Desmognathus weißen Färbung gewöhnlich von hell zitronengelber Farbe. Spelerpes bil. hat nach *H. H. Wilder* (1899) wie Spelerpes fuscus (nach *Szamoylenko*, 1904) einen langen platten Kopf. Die beiden Larvenarten sowohl von Desmognathus als auch von Spelerpes bil. sind im Wasser zu suchen und werden liegend auf dem Grunde ruhiger Tümpel gesehen, besonders in solchen mit einem feinen Kiessandgrund. Die Larven von Spelerpes bil. schlüpfen nach *H. H. Wilders* Angaben früh heraus und bleiben lange Zeit in dem Larvenstadium, wahrscheinlich 2–3 Jahre. „Es ist eine von denjenigen Tierarten, deren Metamorphose verlängert ist, und welche in dem Larvenzustand bleiben, bis sie fast ausgewachsen sind", sagt *Cope* (s. b. *Wilder*, 1899). *H. H. Wilder* selbst schreibt: „Ich habe alle Stadien von 16–32 mm zu allen Jahres-

zeiten gefangen. 52 mm stellt ungefähr die Grenze der Größe dar, die von Larven unter den günstigsten Bedingungen erreicht wird. Ich habe Erwachsene ein wenig kleiner als diese gefunden". Im allgemeinen deutet die Desmognathuslarve in allen Stadien auf höhere Entwicklung hin, während die Spelerpeslarve in ihrem Aussehen allgemein larval und fischähnlich ist. Die Desmognathuslarve ähnelt Amblystoma in Gestalt, die Spelerpeslarve Necturus.

Spelerpes bil. hat 3 interessante Eigentümlichkeiten: 1.) Lungenlosigkeit, 2.) nur 3 Branchialbogen, 3) eine projektile Zunge. Seit 1893 ist hauptsächlich durch die Arbeiten von *H. H. Wilder* und *L. Camerano* die merkwürdige Tatsache festgestellt worden, daß eine ganze Reihe von nordamerikanischen und mehrere europäische Molche und Salamander der verschiedensten Unterfamilien während ihrer Wachstumsperiode zwar die Kiemen ihres Larvenstadiums abwerfen, aber beim Uebergang zum geschlechtsreifen Tiere und während ihres ganzen weiteren Lebens normal keine Lungen entwickeln, also weiterleben und sichtlich gedeihen, ohne die bei landlebigen Wirbeltieren sonst unentbehrlichen Atmungswerkzeuge. Ob diese Tiere im erwachsenen Zustande aber ausschließlich mit Hilfe einer Mund- und Rachenhöhlenatmung oder mit Hilfe von Hautatmung oder mit beiden Ersatzformen der Atmung zugleich den Sauerstoff ihres Blutes auffrischen, ist noch nicht endgültig entschieden. Im Gegensatz zu *Camerano* (1880) hat *Bethge* (1898) bei Spelerpes fuscus nachgewiesen, daß die Hautatmung eine wesentliche Rolle beim Atmen des Tieres spielt, aber daneben ist auch Mundhöhlenatmung vorhanden mittels knäuelartiger Schleimhautkapillaren, die auch *Maurer* (1896) in das Epithel eindringen sah. *Bethge* (1898) schreibt: „Die Kapillaren zeigen mit guter Lupe in ihrer ganzen Ausdehnung ein fast traubenförmiges Aussehen, an manchen Stellen so deutlich, daß man einen gemeinsamen Stiel und daran sitzende Beeren unterscheiden kann". Bei der Durchsicht einer Schnittserie von einem

erwachsenen Spelerpes fuscus (etwa 110 mm Länge), die ich nachher zum Vergleich heranziehen will, fielen mir ähnliche Verhältnisse auf. Ich sah wie Kapillaren, die sich zwischen den unregelmäßigen kubischen Zellen der untersten Lage ausbreiteten, in Ausstülpungen zwischen den mittleren Zellen endigten und auch manchmal bis an die oberste Zellage reichten. In der spärlichen Literatur über die Subspecies Spelerpes bil. habe ich allerdings nichts weder über Ersatzformen der Atmung noch über Gefäße im Epithel gefunden. Aber bei Desmognathus, einem der nächsten Verwandten von Spelerpes bil., sah *J. W. Wilder* (1913) über die ganze Körperoberfläche reichlich verteilte Blutgefäße im Epithel, die *Barrow* (1900) bei demselben Tiere schon vorher nicht nur in der Epidermis, sondern auch in der Mundhöhlen- und Oesophagusschleimhaut beobachtet hatte. Infolge der großen Uebereinstimmung in Bau und Lebensweise von Desmognathus und Spelerpes bil. sowie infolge ihrer gleichen Stellung in der Gruppe der Salamandriden ist anzunehmen, daß bei Spelerpes bil. dieselben Verhältnisse zutreffen. Die Tatsache, daß tatsächlich Gefäße im Epithel auch schon bei Larven in der Mundhöhle existieren, konnte ich an 2 Schnittpräparaten meiner modellierten Serie mikroskopisch feststellen. Diese im Schnitt getroffenen Gefäße des Epithels sehen den später zu besprechenden Sinnesknospen in Form äußerst ähnlich, aber bei starker Lupenuntersuchung wird man sich doch stets entweder für Sinnesknospen oder Gefäße entscheiden können. Bei der larvalen Kiemenatmung von Spelerpes bil. läuft ständig das Atemwasser durch die Mundöffung ein und durch die beiderseitigen Hyobranchial- und 2 Branchialspalten nach außen,

Wir treffen bei allen Salamandridenlarven auf 4 an Größe variierende, von Mundhöhlenschleimhaut bedeckte Branchialbogen, nur Spelerpes bil. macht eine Ausnahme, indem er nur 3 Branchialbögen besitzt (s. Fig. 1 u. 2.). Selbst die ihm ganz nahe verwandte Spelerpesart, Spelerpes longicaudus, die mit Spelerpes bil. zusammen

wohnt und mit ihm die gewöhnlichste und weit verbreiteste Spezies der nordamerikanischen Plethodontiden ausmacht, weist auch 4 Branchialbogen auf. Nach *Houghtons* (1903) Abbildung sind bei Spelerpes longicaudus die 3. und 4. Branchialbogen nicht viel kleiner als die voraufgehenden.

Betrachten wir nun Fig. 1 oder das Modell, so haben wir den gesamten Kiemenkorb einer Spelerpes bilineat-Larve von 52 mm Länge vor Augen. Unser erster Blick trifft die mächtige Zunge, die hinter den am Unterkiefer hechelartig angeordneten Zähnen fast den ganzen Mundboden des Tieres einnimmt. Diese nach *Wiedersheim* bei Spelerpes fuscus sogenannte „Schleuderzunge" ist der des erwachsenen Tieres hier schon äußerst ähnlich, da wir es ja auch mit einer direkt vor der Metamorphose stehenden Larve zu tun haben. Nach *Smith* (1919/20) besteht die pilzförmige Zunge des erwachsenen Tieres aus einem Stiel, der vom Basibranchiale und aus einer Scheibe, die von der Spitze dieses Basalstückes und den vereinigten Knorpeln der beiden Ceratobranchialia gebildet wird. Die Zunge kann sowohl ganz in den Mund zurückgezogen werden mit der Scheibe parallel dem Stiel als auch 3 oder mehr mm über den Unterkiefer hinaus vorgestreckt und um 90° bewegt werden, so daß die Scheibe senkrecht zum Stiel steht (s. b. *Smith* (1919/20). Der nun folgenden Beschreibung des Hyobranchialgebietes habe ich die Nomenklatur *Smith*'s (1919/20) zu Grunde gelegt. Zu beiden Seiten der Zungenspitze oder der *Smith*'schen Scheibe zeigen Fig. 1 und 2 die von Schleimhaut überdeckten Hyalbogen. Zur Grundlage haben sie die Ceratohyalia, die *Smith* als einzige Ueberreste des Hyalbogens ansieht. Nach *Smith* artikulieren sie proximal mit dem vorderen Ende des 1. Basibranchiale und reichen nach hinten lateral, um mit Bindegewebszügen am Schädel aufgehängt zu werden. Medial-aboral von den Ceratohyalia sind beiderseits die Hyobranchialspalten erkennbar. Nun schließt sich das Branchialgebiet an, das 3.

Fig. 1

Spelerpes bilineat.-Larve $52^{m}|_{m}$ L.

(Mundboden)

Fig. 2

Spelerpes bilineat.-Larve $52^{m}|_{n}$ L.

(Mundboden)

Bb1 - Basibranchiale I.
Ch - Ceratohyale
Bp - Branchialplatte
Eb1 - Epibranchiale I.
Cb2 - Ceratobranchiale II.
Eb2 - Epibranchiale II.
Eb3 - Epibranchiale III.
a,b,c,d - herausgeschnittener 1. Branchialbogen. (s. Fig.3)

Branchialbogen mit den eingeschlossenen 2 Spalten umfaßt. Nach *Smith* liegt ventral[1]) von der hinteren Hälfte des 1. Basibranchiale im Gebiet zwischen den Ceratohyalia die etwa dreieckige, dorsalwärts konkave „branchial plate", deren laterale Verdickungen zweifellos die distalen Enden der 1. Ceratobranchialia repräsentieren, mit denen die 1. Epibranchialia in Artikulation verbunden sind. *Smith* schreibt, daß es klar ist, daß diese Platte durch Verschmelzung dreier Knorpel entsteht, nämlich aus zwei 1. Ceratobranchialia und einem 2. Basebranchiale. Das macht es schwer zu bestimmen, welche Elemente wirklich im 1. Branchialbogen enthalten sind (s. b. *Smith*). Die Lage der einzelnen Knorpelelemente des Hyobranchialapparates habe ich in Fig. 2 der leichteren Uebersicht wegen noch einmal schematisch dargestellt. Auf den 1. Branchialbogen (s. Fig. 1 u. 2, bezw. Modell) folgen deutlich beiderseits die 2. Branchialbogen, die aus einem Paar von Cerato- und einem Paar von Epibranchialia bestehen. Der 3. Branchialbogen steht seinem Vorgänger an Größe nach (s. Fig. 1 und 2) und wird allein von einem schlanken Epibranchiale repräsentiert. Wenn man das Modell (bezw. die Figuren) genau betrachtet, so sieht man medial von dem 3. Kiemenbogen eine kleine Furche in der Schleimhaut, die den 4. Branchialbogen zweifellos abgrenzend andeutet. *Smith* (1919/20)sagt, daß bei Spelerpes bil. der 4. Branchialbogen nur durch eine Raphe in den Muskeln wie bei Necturus angedeutet wird. Eine sehr deutliche sozusagen „hinterständige" kleine Falte am 1. Branchialbogen erweckt unser ganz besonderes Interesse. Es ist die von *Stadtmüller* (1925) bei der Durchsicht der Serie auf dem 1. Branchialbogen festgestellte „Filterfalte". Modell bezw. Figuren liefern ein Bild dieser Falte, welches erkennen läßt, daß seine schematische Darstellung derselben genau der Wirklichkeit entspricht. Um diese Falte noch plastischer und in Einzelheiten genauer vor Augen führen zu können, habe ich den auf der linken Seite des

[1]) Gemeint ist wohl „aboral".

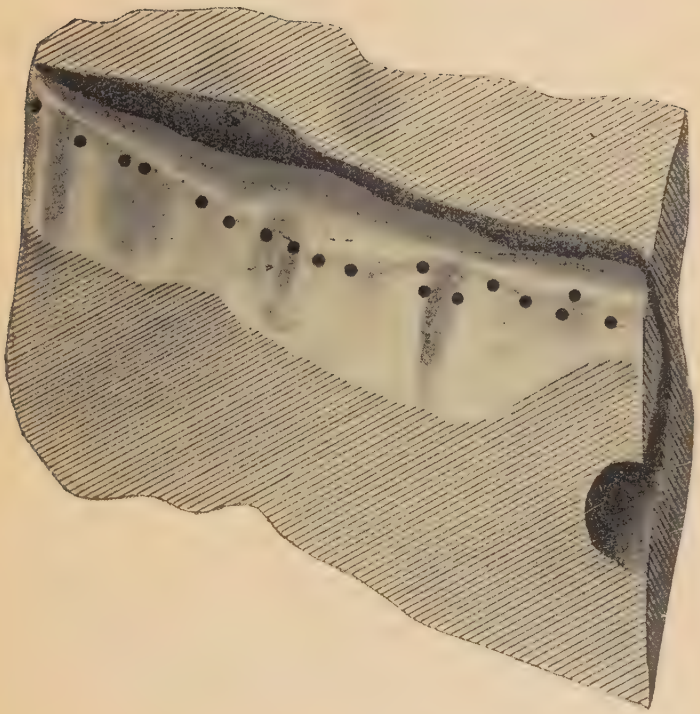
Modelles herausgeschnittenen 1. Branchialbogen noch einmal in besonderer Zeichnung dargestellt (s. Fig. 3). Die dem 1. Ceratobranchiale aufsitzende Falte dient deutlich dem Verschluß der 1. Branchialspalte. Sie beginnt medial-oral an der Kommissur zwischen 1. u. 2. Branchialbogen, verläuft „hinterständig" in aboraler-dorsaler Richtung dem 1. Branchialbogen entlang. Nur von einzelnen ganz flachen Erhebungen unterbrochen verstreicht sie gleichmäßig. Die Ränder der übrigen Branchialbögen zeigen keine ausgesprochenen Falten, streckenweise nur ganz seichte Erhebungen in entsprechender Lage.

Während Fig. 1 u. 2 den Mundboden[1]) zeigen, ist auf Fig. 4 das Munddach mit den Zähnen der Praemaxillaria und Vomera dargestellt. An beiden Seiten des Munddaches fallen die Choanen als Oeffnungen auf, an die sich in aboral-dorsaler Richtung beiderseits Falten anschließen, die sich bei Kieferschluß in die entsprechenden Spalten des Mundbodens hineinlegen. Die Abbildung des Munddaches ist weniger der auftretenden Falten wegen interessant als der nun zu besprechenden Sinnesknospen.

Die Teleostier sind es, welche in weitester Verbreitung mit denselben begabt sind, und hier wurden sie auch zuerst gefunden. Man kennt sie seit *Leydig* (1853, 1857, 1868) unter dem Namen der „becherförmigen Organe". Es sind knospenförmige, aus eigentümlichen Zellen zusammengesetzte Gebilde, die nicht bloß an der äußeren Haut sondern auch „von den Lippen nach einwärts über die Schleimhaut der ganzen Mund- und Rachenhöhle weg demnach sowohl oben am Gaumen als auch unten auf dem Zungenrudiment vorhanden sind". *F. E. Schulze* (1863) erklärt die „becherförmigen Organe" *Leydig*'s für Geschmacksorgane und weist nach, daß sie nicht becherförmig hohl sondern solide Zellenbündel sind, zusammengesetzt aus breiteren Stützzellen

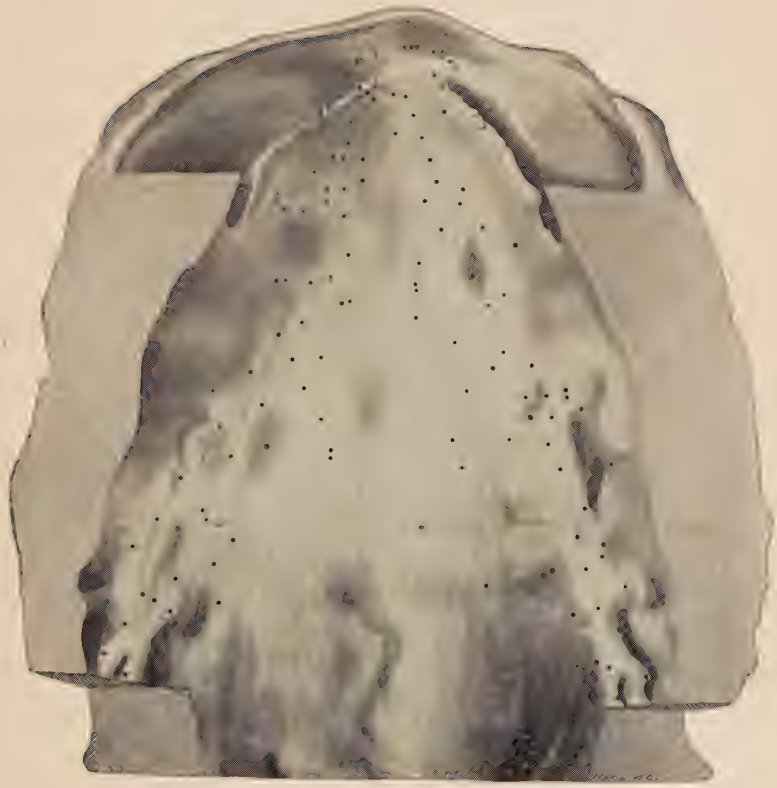
[1]) Mit Mundboden bezeichne ich die ganze untere Hälfte des Modelles.

Fig. 3



Filterfalte

Fig. 4



† Choane

Spelerpes bilineat.-Larve $52^{m}/_{m}$ L.

(Munddach)

und ganz dünnen fadenförmigen, am äußeren Ende ein ganz kurzes Härchen tragenden Sinneszellen. Bestätigung fand diese Auffassung dadurch, daß die Endapparate des Geschmacksnerven bei Säugetier und Mensch, welche einige Zeit darauf fast gleichzeitig von *Schwalbe* und *Lovén* (1868) endeckt wurden, in Form und Bau eine ganz frappante Uebereinstimmung mit jenen „becherförmigen Organen" *Leydig*'s zeigten, worauf auch *Schwalbe* sogleich hingewiesen hat. *Jobert* (1872), welcher ausführliche Untersuchungen über die *Lovén*'schen „Geschmacksknospen" anstellte, kommt zu sehr abweichenden Anschauungen. Er konstatiert im Innern der „Corps ovoides", wie er die Endknospen nennt, einen Hohlraum, welcher mit einer granulierten, stark lichtbrechenden Substanz gefüllt sein soll. Er hält dieselbe für eine Ausbreitung und Auflösung eines oder mehrerer Achsenzylinder, von welch' letzteren er konstatieren konnte, daß sie bis in die Epidermis aufsteigen. *Merkel* (1880) gab auf eigene ausgedehnte Untersuchungen gestützt in seiner großen Monographie eine übersichtliche Darstellung der ganzen Frage der „Endknospen". Was nun den feineren Bau der fraglichen Organe und besonders die Nervenendigung in denselben betrifft, so ist besonders auf Grund der Untersuchungen *F. E. Schulze*'s die Ansicht die, daß in diesen Organen zwischen langen, mehr indifferenten Stützzellen eingelagerte, am freien Ende haartragende Sinneszellen vorkommen, welche mit den vorhandenen Nervenfasern in direktem Zusammenhang stehen. Diese Ansicht wurde von den Forschern im allgemeinen angenommen, obschon der Beweis wohl selten sicher dargelegt werden konnte. *M. v. Lenhossék* aber, der 1892 eine Mitteilung über die Nervenendigungen in den Endknospen der Mundschleimhaut der Fische brachte, sah in den *Merkel*'schen „Endknospen" im wesentlichen nur eine einzige Zellgattung (indifferente Epithelzellen) und die Nervenfasern mit keinen Zellgebilden zusammenhängen, sondern mit kleinen Terminalknötchen oder zugespitzt frei auslaufen. Sinneszellen

gibt es nach ihm also in den Endknospen der Mundschleimhaut der Fische entschieden nicht. *Retzius* (1892) untersuchte mit der *Golgi*'schen Methode die Endknospen bei verschiedenen Fischen und kam zu derselben Ansicht wie *Lenhossék*. In allerneuester Zeit hat *Pfaffenzeller* (1923) am Reusenapparat von Fischen typische Sinnesknospen gefunden. Ihre Struktur entspricht den *Leydig-*, *Merkel-*, *Schulze-* und *Retzius*'schen Sinnesknospen. Schon 1879 wurde von *A. Schneider* (s. b. *Pfaffenzeller* 1923) bei Cyclostomen auf den Kiemenbogen Sinnesknospen erwähnt, und nach *Merkel* (1880) sind die Kiemenbogen von Karpfen davon übersät. Nachdem *Pfaffenzeller* (1923) sowohl Süßwasser- wie auch Seefische hinsichtlich der Verhältnisse ihrer Sinnesorgane am Reusenapparat untersucht hat, kommt er am Schluß seiner Arbeit zu folgendem Ergebnis: „Wenn ich die gefundenen Resultate zusammenfasse, so ergibt sich, daß an sämtlichen, vorderständigen Reusen des biserial-polyacanthen Filtertypus Sinnesorgane in derselben Menge sitzen, ganz gleichgültig, ob die Fische reine Planktonfresser sind oder gröbere Nahrung zu sich nehmen". Soweit über die Endknospen bei Fischen, Was die nächst höhere Wirbeltierklasse, die der Amphibien! betrifft, so sind hier die *Merkel*'schen Endknospen nur in der Mundhöhle beobachtet worden. *F. E. Schulze* (1870) hat als erster „becherförmige Organe" in den Papillen der Mundhöhle von Froschlarven entdeckt, die sich in ihrem Bau (Stäbchen- und Stützzellen) in nichts von den bei Fischen vorkommenden unterscheiden. Ganz die gleichen Gebilde findet *Bugnion* (1873) wie er folgendermaßen beschreibt: „Ich habe mich versichert, daß man in großer Zahl an der Zunge und an dem Gaumen des Proteus und des Axolotl Geschmacksknospen findet, welche in vieler Hinsicht den Organen der Epidermis ähneln, aber ohne daß vollkommene Gleichheit besteht". *Malbranc* (1775) fand außer bei Siredon und Proteus diese Organe noch bei Triton und Salamanderlarven, desgleichen bei erwachsenen Triton cristat. und taeniatus.

Bei erwachsenen Landsalamandern und den Derotremen konnte er sie aber nicht nachweisen.

Da die Endknospen in der Zungenschleimhaut der Batrachier durchaus nicht so einfach gebaut sind wie diejenigen bei Fischen und den eben besprochenen Amphibien und Amphibienlarven, hat die Zunge der erwachsenen Batrachier speziell der Frösche eine kleine Literatur für sich ins Leben gerufen. *Leydig* (1853, 1857) sah die Höhe der Papillae fungiformes des braunen Grasfrosches bedeckt mit zilienlosem, feinkörnigem gelblichem Zylinderepithel und die Nervenäste sämtlich die keulenförmigen Papillen aufsuchen, um nur da zu enden. *Billroth* (1857, 1858), der mit *Stricker* (1857) ähnlicher Meinung ist, spricht in der ersten Arbeit die Vermutung aus, daß die mittleren zilienlosen, schwer vom Substrat zu trennenden Zellen seiner Endknospen terminale Ganglienzellen sind, aber in der zweiten Arbeit hat er keinen direkten Nachweis liefern können, ob die Nervenenden wirklich mit diesen Zellen zusammenhängen. *Fixsen* (1857) und *Hoyer* (1859) stehen im Gegensatz zu *Billroth*, denn sie verneinen wegen der stumpfspitzigen oder kolbenförmigen Nervenendigung jede Verbindung von Nerv und Epithel. Wir können durch die ganze weitere Literatur hindurch eine große Uneinigkeit bei den Forschern betreffs der Nervenendigung in der Froschzunge feststellen. *Axel Key* (1861) berichtet: „daß die Nerven in den breiten Papillen in der Froschzunge schließlich in feinste variköse Fäden übergehen, die als Endbildungen eigentümliche, zelluläre Bildungen, die wohl den Namen Geschmackszellen verdienen, zwischen die Epithelialzellen an ihrem Ende tragen". Welch' viele verschiedene Meinungen im Bereiche dieser Amphibienliteratur auftauchten, sieht man an *Hartmann*'s (1863) Arbeit, der alle von *Billroth, Key* usw, beschriebenen Zellen mit Stäbchenfortsätzen usw. für Kunstprodukte hält, hervorgerufen durch Einwirkung der Aufbewahrungsflüssigkeit. *Engelmann* (1868 u. 1872), ein weiterer Forscher auf diesem Gebiet, unterscheidet 3 Arten von Zellen: 1.) Kelchzellen, 2.) Zylinderzellen, 3.)

Gabelzellen. Das zentrale Ende der letzten Zellart ist verästelt und steht wahrscheinlich nach *Engelmann* mit den aus der Papille aufsteigenden und bis ins Epithel hinein zu verfolgenden Nerven in Verbindung. *C. H. Hoffmann* (s. b. *Holl* 1885) sagt: „Die den Papillae fungiformes der Batrachier ähnlichen Gebilde scheinen in der ganzen Abteilung der Urodelen zu fehlen". Er selbst fand aber in der Gaumenschleimhaut von Salamandrinen Geschmacksknospen ähnliche Gebilde. *Merkel* (1880) fand die Endknospen in der Mundhöhle erwachsener Tritonen bis in die Gegend des Oesophaguseinganges hin an Gaumen und Zungenseite zahlreich verteilt, bei Salamandra maculosa beobachtete er sie auf der Zunge in großer Menge. „Sie erinnern an die Knospen der Selachier und vermitteln augenscheinlich den Uebergang zu den Endorganen in der Mundhöhle der Batrachier". Am Gaumen von Salamandra maculosa konnte er sie nicht nachweisen. *Holls* (1885) Untersuchungen ergaben, daß in der ganzen Mundhöhle von Salamandra maculata Geschmacksorgane vorkommen, daß sie an der Zunge, am Gaumen, am Mundhöhlenboden, an den Kiefern und im Schlunde anzutreffen sind. Er unterscheidet an Schnittpräparaten Zylinderzellen, Sinneszellen und Basalzellen, beim Isolationsverfahren außerdem noch Stützzellen und Gabelzellen. (*Holl* hat dieselbe Einteilung der Zellen der Sinnesknospen für Rana, nur setzt er bei Rana an Stelle von den „Gabelzellen" *Engelmann*'s die *Merkel*'schen „Flügelzellen"). *Retzius* (1892) leugnet jeden Zusammenhang von Nerv und Zelle. Er sagt wörtlich: „Sowohl durch die oben beschriebenen Verhältnisse beim Salamander wie noch mehr durch die vermittelst der Methylenblaufärbung beim Frosch gewonnenen Erfahrungen läßt sich wohl als sicher annehmen, daß die Endigungen der Nervenfäserchen eine interzelluläre und freie ist". *Bethe* (1894) endlich beschreibt bei den Sinnesorganen der Froschzunge und des Gaumens außer den *Merkel*'schen „Zylinderzellen" und „Stäbchenzellen" noch die „Gabelzellen" *Engelmann*'s. Ueberblickt man diese

wichtigsten Literaturzitate über Amphibiensinnesknospen, so gewinnt man den Eindruck, daß dieselben sich hauptsächlich aus 2 von den meisten Forschern erwähnten an Schnitten erkennbaren Zellgattungen aufbauen: Stützzellen und Sinneszellen. Erstere dienen als Stütze für die dazwischen befindlichen, mit den terminalen Zweigen des Geschmacksnerven in Verbindung gebrachten Stäbchen- oder Sinneszellen.

Wenn schon die Angaben über das Vorkommen von Sinnesknospen in der Mundschleimhaut der Urodelen speziell der Salamandrinen sehr spärlich sind, so fehlen sie in der Literatur über Spelerpes völlig. *Stadtmüller* (1925) fand bei Necturus im Epithel der Filterfortsätze und ihrer nächsten Umgebung sowie im Epithel des Schleimhautüberzuges des larvalen Hyobranchialapparates der Salamandriden Spelerpes und Desmognathus deutlich ausgebildete Sinnesknospen. Gelegentlich meiner Plattenrekonstruktion war es von großem Interesse bei dem fertigen Modell die charakteristische Anordnung und Zahl dieser Sinnesknospen zu prüfen (s. Fig. 1, 2, 3 u. 4).

Betrachten wir zunächst das Munddach (Fig. 4), so finden wir dort zahlreiche Sinnesknospen, die am Praemaxillare beginnen, dann etwa ventral von den Trabekeln in aboraldorsaler Richtung und in lateraler symmetrischer Anordnung in divergenten Reihen verfolgbar sind bis sich ihre Häufung ganz hinten nach lateral-aboral in zahlreiche einzelne Knospen ventral unter den Ohrkapseln auflöst. Zwischen den medianwärts konvergierenden Zähnen des Vomeropalatinum habe ich nur rechts eine Sinnesknospe gefunden. Einzelne Sinnesknospen rücken weiter hinten etwas mehr medial unter das Parasphenoid. Es läßt sich am Mundhöhlendach eine allmähliche Abnahme der Zahl der Sinnesknospen von vorn nach hinten bemerken. Wie aus der Zeichnung (Fig. 1, 2, 3, 4) hervorgeht, ist der Durchmesser der Sinnesknospen nicht überall am Munddach und Mundboden derselbe. Er schwankt zwischen 1,5 und 2 mm, d. h. im Modell bei 50facher Vergrößerung Während die gesammte Zunge die an Größe kleinsten.

(etwa 1,5 mm) Sinnesorgane trägt, beobachten wir bei weitem die größten (2 mm) Knospen auf der „Filterfalte". Das Munddach zusammen mit dem übrigen Hyobranchialgebiet weist Sinnesknospen mittlerer Größe (1,8 mm) auf Es ist sehr auffallend, daß gerade an den hervorspringenden Stellen sowohl von Munddach wie Mundboden immer die an Durchmesser größten anzutreffen sind, ebenso wie am Munddach nach außen größere als nach innen zu liegen. Diese an hervorragenden Stellen der Mundschleimhaut auffällige Größe zusammen mit der allmählichen Abnahme der Sinnesknospen von vorn nach hinten am Munddach ist höchst wahrscheinlich mit ihrer Funktion in Einklang zu bringen.

Wie am Mundhöhlendach läßt sich noch besser am Zungenrücken eine deutliche Abnahme der Zahl der Sinnesknospen von vorn nach hinten erkennen. Ueberaus zahlreiche Sinnesorgane finden wir vorne in dem Teil der Zunge, der dem Basibranchiale I und den Anfangsteilen der beiden Ceratohyalia des Knorpelskelettes entspricht. In der Gegend der *Smith*'schen „branchial plate" treten die Knospen etwas weiter auseinander, aber stehen an Zahl den eben erwähnten doch nicht viel nach. Die nach dem Oesophagus zu nun an Zahl allmählich abnehmenden Knospen ordnen sich in der Schleimhaut zwischen den beiderseitigen Epibranchialia I und II in Gruppen zu fünf, vier und drei zusammen bis schließlich nur noch einzelne Organe als Nachhut gegen den Oesophagus zu vorgeschoben sind. Ferner sind Sinnesknospen noch am Hyoidbogen erkennbar, entweder in dem Schleimhautepithel an seinem dorsal-lateral gerichteten Umfang oder im Epithel der aboral-medialen Falte, die zum Verschluß der Hyobranchialspalte dient. Reichlicher ist aber die Anzahl der Sinnesknospen, die die inneren Kanten der Branchialbogen tragen.

Die Verteilung der Sinnesknospen im gesamten Hyobranchialgebiet dieser Larve (52 mm Länge) ersehen wir aus folgender Zusammenstellung.

	Rechts						Links					
	Hyalbogen		Branchialbogen				Branchialbogen			Hyalbogen		
	U.	F.	1.		2.		3.	3.		2.		1.	F.	U
			hft.		vft.		hft.	vft.		hft.		vft. hft.		
Spelerpes bilineat. Larve (52 mm L.)	1	4	16		6		3	1	0	5	7	18	3	1

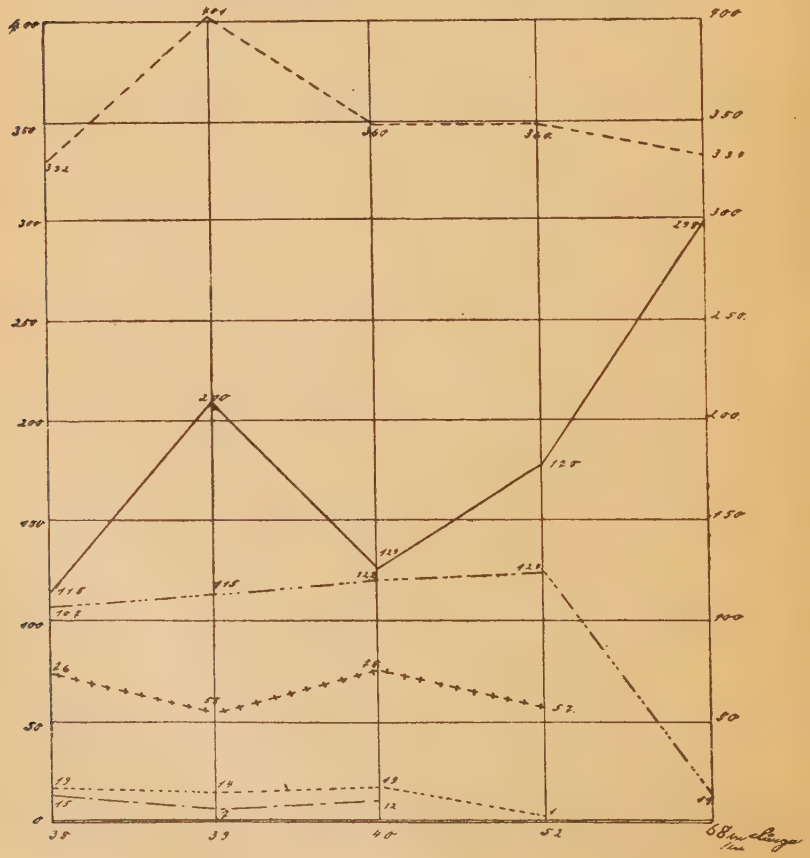
U = in dem Schleimhautepithel am dorsal-lateral gerichteten Umfang des Hyoidbogens.
F = im Epithel der Falte, die die Hyobranchialspalte verschließt.
vft. = vorderständig, hft. = hinterständig.

Die Abweichung gegenüber *Stadtmüller* (1925) erklärt sich dadurch, daß bei seiner Untersuchung die Vermutung, neben deutlichen, fertig entwickelten Sinnesknospen vorkommende Zellballen seien Anlagen von Endknospen (s. b. *Stadtmüller* S. 596 unten) sich als richtig erwies. Die Anlagen sind sogar teilweise bereits so weit entwickelt, daß ich sie hier bei der Berechnung der Zahl berücksichtigt habe. Schrägschnitte können nur mit besonderer Vorsicht beurteilt werden, ich habe mich daher in einzelnen Fällen entschlossen die Zellballen nicht mitzuzählen, weil die Betrachtung mit stärkster Vergrößerung Zweifel ergab, auch wo *Stadtmüller* sie vereinzelt mitgezählt hat.

An Stelle der vermißten typischen Filterfortsätze weist also diese Larve Reihen von typischen, nur ganz unwesentlich erhobenen Sinnesknospen auf, die besonders am 1. Branchialbogen auf jener „Filterfalte" liegen. Während bei Desmognathus fuscus (s. *Benter* 1926) die Sinnesknospen direkt auf dem Grat der Filterfalte verteilt sind, liegen sie bei Spelerpes bilineatus etwas ventral vom Grat entfernt (s. Fig. 3 bezw. Modell). Diesen Unterschied in der Lage der Sinnesknospen zur Falte selbst, können wir schon in *Stadtmüller*'s Arbeit (1925) an 2 Abbildungen sehen (s. seine Fig. 7 und 8). Am Vorderrand und Hinterrand des 2. und am Vorderrand des 3. Branchialbogens stehen die Sinnesknospen in Reihen etwa den vorher erwähnten seichten Erhebungen entlang. Die nur durch eine Furche angedeutete 3. Branchialspalte wird zu beiden Seiten von einzelnen Sinnesknospen eingefaßt.

Dank der freundlichen Ueberlassung von Schnittserien seitens meines Lehrers, Herrn Privatdozent Dr. med. Franz *Stadtmüller*, war es mir möglich, die Verhältnisse der Sinnesknospen dieser Larve mit denjenigen anderer Larven desselben Tieres nur im anderen Entwicklungsstadium zu vergleichen. Die folgende graphische Darstellung stellt fest, daß die Anordnung und Zahl der Sinnesknospen bei den Larven und einem erwachsenen Tiere derselben Spezies recht verschieden ist.

Graphische Darstellung über Anzahl und Verteilung der Sinnesknospen bei vier Spelerpes bilineat.-Larven von 38, 39, 40 und 52 mm Gesamtlänge und bei einem erwachsenen Tiere von 68 mm Gesamtlänge.



Spelerpes bilineatus	Gr. mm	Anzahl der Sinnesknospen und ihre Verteilung. Munddach u. Mundboden — — —	Mund-dach —...—	Mundboden Zunge ——	Branchialbogen + + +	Kieferrand · · ·	Geb. v. u. seitl. d. Zg. — — —
Larve	38	332	107	115	76	19	15
„	39	401	115	210	55	14	7
„	40	360	122	129	78	19	12
„	52	360	124	178	57	1	–
erw. Tier	68	334	11	298	–	–	25

Während bei den vier Spelerpes bilineatus-Larven die Haut sehr zahlreiche pigmentierte Sinnesknospen trägt, weist das erwachsene Tier sozusagen keine Hautsinnesknospen auf. Dagegen übertrifft seine Zungenschleimhaut diejenige der Larven an Zahl der Sinnesknospen bei weitem. Während die Sinnesknospen der Larven kurze knospenartige Gestalt haben, sind diejenigen des erwachsenen Tieres kelchartig und bedeutend länger, was man am deutlichsten an der Zunge beim Vergleich sieht. Das Optimum der Sinnesknospenentwicklung der gesamten Mundhöhlenschleimhaut scheint zwischen den Larven von 39 und 40 mm Länge zu liegen. Die Mehrzahl der Knospen im Hyobranchialgebiet kommt der 40 mm Larve zu. Mit dem Altern der Larven nimmt die Zahl im Verhältnis zur Größe der Mundhöhlendaches nur wenig zu, um sogar bei dem erwachsenen Exemplar auf eine geringe Zahl herabzufallen, die aber durch zahlreiche Sinnesknospen der Zungenschleimhaut ausgeglichen wird. Bei den jüngeren Larven (38, 39 und 40 mm Länge) liegen zwischen den Zähnen des Unterkieferrandes verhältnismäßig zahlreiche Sinnesknospen, während die älteste Larve nur 1 Knospe und das erwachsene Tier sogar gar keine erkennen lassen.

Eine Schnittserie von Spelerpes longicaudus zusammen mit einer solchen von Spelerpes fuscus haben mir erlaubt, das vorhererwähnte erwachsene Spelerpes bilineat.-Exemplar mit diesen nahe verwandten Subspezies zu vergleichen. Folgende Tabelle läßt den Vergleich leicht zu.

Anzahl der Sinnesknospen und ihre Verteilung.

Spezies	Größe mm	Munddach u. Mundboden	Md.-dach	Mundboden		
				Zunge	Kieferrand	Gebiet vor, seitl. u. hinter d. Zunge
Spelerpes bil,	68	334	11	298	–	25
„ longic.	110	247	122	73	7	45
„ fuscus	110	962	21	935	–	6

Diese Tabelle zeigt wohl die zahlenmäßige Anordnung der Sinnesknospen bei den erwähnten Tieren, aber ein brauchbarer Vergleich der 3 Salamandrinen ist schon deswegen nicht möglich, da Spelerpes fuscus sowohl als auch Spelerpes longicaudus fast doppelt so groß wie Spelerpes bilineatus sind.

Auf den feineren histologischen Bau dieser Sinnesknospen bei den Larven sowohl als auch bei den erwachsenen Tieren, kann ich hier nicht weiter eingehen, da mir nur Präparate mit Haematoxylin-Eosinfärbung zur Verfügung stehen.

Nun will ich noch kurz auf die Funktion dieser Sinnesorgane zu sprechen kommen. Sowie schon über die Funktion der Sinnesorgane am Reusenapparat der Fische seit ihrer Entdeckung Meinungsverschiedenheiten herrschen, kann man auch hier bei Betrachtung der Funktion der Sinnesknospen in der Mundhöhlenschleimhaut von Spelerpers bilineatus verschiedener Ansicht sein. Die Frage ist, ob man Tast- oder Geschmacksorgane vor sich hat. Sind die Sinnesknospen Geschmacksorgane, so dienen sie der Aufnahme chemischer Reize, sind sie Tastorgane, so sind sie vorhanden zur Unterrichtung der Tiere über den Gehalt des Wassers an kleinen Bestandteilen oder über das Verhältnis des bestehenden Wasserdruckes. Nach *Merkel* handelt es sich bei den Nervenhügeln und ihren verschiedenen Modifikationen in der Epidermis bei Fischen und Amphibien allein um Prüfung des mechanischen

Wasserdruckes, während alle „Endknospen“ nach ihm in der Mundhöhle „Geschmacksorgane“ sind. Mit voller Sicherheit läßt sich aber über die Funktion dieser Sinnesorgane nichts behaupten, so daß man nur auf Vermutungen angewiesen bleibt.

Herrn Professor Dr. *Hugo Fuchs* danke ich für die freundliche Erlaubnis zur Benutzung aller Einrichtungen des anatomischen Institutes verbindlichst. Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Privatdozent Dr. *Franz Stadtmüller*, spreche ich auch an dieser Stelle für die gütige Ueberlassung dieser Arbeit und dazu nötigen Materials sowie für die liebenswürdige Hilfe während der Ausarbeitung derselben meinen herzlichsten Dank aus.

Lebenslauf.

Am 6. Oktober 1900 wurde ich als die Tochter des Eisenbahn Oberingenieurs Carl Spohr und seiner Ehefrau Anna geb. Heinemann in Cassel-Wilhelmshöhe geboren. Nach Besuch der Lyzeen in Cassel, Warburg i. W. und Göttingen legte ich im März 1921 an dem Realgymnasium zu Osterode a. Harz die Reifeprüfung ab. 1922 studierte ich in Göttingen an der Georg-August-Universität vier Semester lang Zahnheilkunde und bestand nach drei Semestern das zahnärztliche Physikum. Im Sommer 1924 widmete ich mich in Würzburg an der Julius-Maximilians-Universität dem weiteren Studium der Zahnheilkunde und beendete hierauf meine letzten Semester wieder in Göttingen, wo ich am 2. Dezember 1925 die zahnärztliche Prüfung bestand und mir die Approbation als Zahnarzt zuerteilt wurde.

Literatur.

1900. Barrows, A. J. Respiration of Desmognathus. Anat. Anz. Bd, 18.

1869. Beale, L. S. New observations upon the minute anatomy of the frogs tongue. Quart. journ. of micr. scienc.

1902. Becker, V. Untersuchungen an der Mundschleimhaut von Cryptobranchus japonicus. Diss. Phil. Berlin.

1926. Benter, Ada. Die „Filterfalte" und die Verteilung der Sinnesknospen in der Mundhöhlenschleimhaut bei Desmognathus fuscus, beurteilt nach einem Wachsplattenmodell. Diss. med. Fak. Göttingen.

1852. Bergmann und Leuckart. Anat. physiol. Uebersicht des Tierreiches. Stuttgart.

1894. Bethe, Albr. Die Nervenendigungen im Gaumen und in der Zunge des Frosches. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 44.

1898. Bethge, Emil. Das Blutgefäßsystem vom Salam. macul. Ztschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. 63.

1857. Billroth, Th. Ueber die Epithelialzellen und die Endigungen der Muskel- und Nervenfasern in der Zunge des Frosches. Deutsche Klinik.

1858. – Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge, sowie über den Bau der Zylinder- und Flimmerepithelien und ihr Verhältnis zum Bindegewebe. Müllers Archiv.

1911. Boas, J. E. V. Lehrbuch der Zoologie. 6. Aufl. G. Fischer, Jena.

1910. Botezat, E. Ueber Sinnesdrüsenzellen und die Funktion von Sinnesapparaten. Anat. Anz. 37 p. 513–530.

1906. Bowers, Mary. A. Peripherial distribution of the cranial nerves of Spelerpes bilineatus. Proc. Am. Acad. Arts and Sci. vol. 36 p. 177.

1873. Bugnion, E. Recherches sur les organes sensitifs qui se trouvent dans l'épiderme du Protée et de l'Axolotl. Diss. Zürich, Bull. Nr. 70 de la Soc. vandoise de sc. nat. XII Lausanne.

1880. Camerano, Lor. Nuove ricerche intorno ai Salamandridi normalmente apneumoni e intorno alla respirazione negli Anfibi urodeli. Anat. Anz 12.

1894. Camerano, Lòr. Ricerche anatomo-fisiologiche intorno ai Salamandridi normalmente apneumoni. Torino.
1896. - Nuove ricerche intorno ai Salamandridi normalmente apneumoni. Torino.
1900. Chauveau, G. Quelques notions utiles d'anatomie comparée du pharynx chez les vertébrés.
Annales des maladies de l'oreille, du pharynx. T. 26. p. 327 - 340.
1881 - 86. Credner, H. Die Stegocephalen aus dem Rotliegenden des Plauenschen Grundes bei Dresden. I. - VI. Z. d. Deutsch. geol. Gesellschaft.
1828. Cuvier et Valenciennes. Histoire naturelle des Poissons. Bd. 1. p. 354 Paris.
1909. Elze, Curt. Beitrag zur Histologie des embryonalen Säugetierdarmes. Diss. med. Freiburg.
1868. Engelmann, Th. W. Die Endigungen der Geschmacksnerven in der Zunge des Frosches.
Ztschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. 18. Leipzig.
1872. - Artikel Geschmacksorgane, in Strickers Handb. d. Lehre v. d. Geweben Bd. 2 p. 822 - 838.
1889. Fajerstajn, J, Recherches sur les terminaisons des nerfs dans les disques terminaux chez la grenouille.
Arch. d. Zool. expérimental. 2. Serie.
1857. Fixsen, Carolus, De linguae raninae textiora. Dorpat.
1891. Fusari et Panasci. Les terminaisons des nevs dans la muqueuse et dans les glandes séréuses de la langue. Arch. ital. de Biologie.
1901. Gegenbaur, C, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Bd. 2.
1905. Greil, A. Ueber die Genese der Mundhöhlenschleimhaut der Urodelen. Anat. Anz. Erg. Heft zu Band 27.
Verh. der Anat. Ges. 19. Vers. Genf.
1906. - Ueber die Homologie der Anamnierkiemen. Anat. Anz. 28.
1913. - Entwicklungsgeschichte des Kopfes und des Blutgefäßsystems von Ceratodus forsteri II. Teil. In Zool. Forschungsreisen in Australien und dem Malayischen Archipel von R. Semon. I. Band. Ceratodus. 7. Liefrg. G. Fischer, Jena.
1863. Hartmann, R. Ueber die Endigungsweise der Geschmacksnerven in der Zunge des Frosches. Arch. f. Anat. u. Phys.
1858. Heckel u. Kner. Die Süßwasserfische der österreich. Monarchie.
1885. Holl, M. Ueber das Epithel in der Mundhöhle von Salamandra maculata. Sitz. Ber. d. Wien. Akad. 3. Abtl. Bd. 92. Juli.
1903. Houghton, H. S. Musculatur and skeletal elements in Spelerpes longicaudus. Ohio Naturalist, Vol. 3, p. 379 - 393.

1859. Hoyer, Dr. Mikroskop. Untersuchungen über die Zunge des Frosches. Müllers Archiv.
1872. Jobert, M. Etudes d'anatomie comparée sur les organes du toucher chez divers mammifères, oiseaux, poissons et insectes. Annales des sciences nat. V. Serie. Tome XVI.
1905. Keibel, Fr. Zur Embryologie des Menschen, der Affen und der Halbaffen. Verh. d. Anat. Ges. 19. Vers. Genf.
1861. Key, Ernst, Axel. Ueber die Endigungsweise der Geschmacksnerven in der Zunge des Frosches. Arch. f. Anat., Phys. u. wiss. Med. hrsg. von Dr. Carl Bogislaus Reichert.
1893. Lenhossék, M. v. Der feinere Bau und die Nervenendigungen der Geschmacksknospen. Anat. Anz. 4.
1894 – Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane, Wiesbaden.
1853. Leydig, F. Anatom.-histolog. Untersuchungen über Fische und Reptilien. Berlin, C. Reimer.
1857. – Lehrbuch der Histologie.
1868. – Ueber Organe eines 6. Sinnes. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis des feineren Baues der Haut b. Amphibien u. Fischen. Nova acta Acad. Caes. Leopold. Dresden Bd. 34.
1868. Lovén, Chr. Beiträge zur Kenntnis vom Bau der Geschmackswärzchen der Zunge. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 4.
1875. Malbranc, M. Von der Seitenlinie und ihren Sinnesorganen bei Amphibien. Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. 26.
1875. – Bemerkung betreffend die Sinnesorgane der Seitenlinie der Amphibien. Zentr. Bl. f. d. med. Wissenschaften. 13. Jahrg.
1896. Maurer, F. Blutgefäße im Epithel. Morph. Jahrb. 25.
1880. Merkel, Fr. Ueber die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbeltiere. Rostock.
1900. Moore, Percy. Postlarval changes in the vertebral articulations of Spelerpes and other salamanders. Proc. Acad. Nat. Sci. Phil. vol. 52. p. 613.
1900. Oppel, A. Lehrbuch der vergleichenden mikrosk. Anatomie der Wirbeltiere. 3. Teil: Mundhöhle, Bauchspeicheldrüse und Leber, Jena.
1923. Pfaffenzeller, Fr. Ueber Sinnesorgane am Reusenapparat verschiedener Fische. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog. d. T. 44.
1892. Retzius, G. Die Nervenendigungen in dem Geschmacksorgan d. Säugetiere u. Amphibien. Biol. Unters. N. F. IV.
1892. – Die Nervenendigungen in den Endknospen, bezw. Nervenhügeln d. Fische u. Amphibien. Biol. Unters. N. F. IV.
1892. – Ueber die sensiblen Nervenendigungen in d. Epithelien bei den Wirbeltieren. Biol. Unters. N. F. IV.

1894. Röse, C. Ueber d. Zahnentwicklung d. Fische. Anat. Anz. 9.
1903. Saint-Hilaire-Const. Ueber den Bau des Darmepithels bei Amphiuma. Anat. Anz. Bd. 22.
1861. Schulze, F. E. Ueber die Nervenendigung in den sog. Schleimkanälen d. Fische. u. üb. entsprech. Organe d. durch Kiemen atmenden Amphibien. Arch. f. Anat. u. Physiol.
1863. – Ueber die becherförmigen Organe d. Fische. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 12. p. 218.
1870. – Die Geschmacksorgane der Froschlarven. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 6.
1870. – Ueber die Sinnesorgane der Seitenlinie bei Fischen und Amphibien. Arch. für mikrosk. Anat. Bd. 6.
1868. Schwalbe, G. Ueber die Geschmacksorgane der Säugetiere und des Menschen. Arch. für mikros. Anat. Band 4.
1883 – Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane. 1. Liefrg. Erlangen.
1919/20. Smith, Louise. The Hyobranchial Apparatus of Spelerpes bilineatus. Journ. of Morph. 33.
1924. Stadtmüller, Franz. Ueber Entwicklung und Bau der papillenförmigen Erhebungen (Filterfortsätze) auf den Branchialbogen der Salamandridenlarven. Ztschr. für Morph. und Anthrop. 24 (Gedächtnisband Wiedersheim).
1925 – Filterfortsätze und Sinnesknospen an dem Hyobranchialapparat einiger Urodelen (Necturus, Spelerpes. Desmognathus) Gegenbaurs Morpholog. Jahrbuch, 55. Band, Heft 3.
1847. Stannius (u. Siebold), H. Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Band II, p. 43.
1857. Stricker, S. Untersuchungen über die Papillen in der Mundhöhle der Froschlarven. Sitzber. der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Mathemat. naturw. Klasse. XXVI. I. Heft. Jahrgang 1857.
1904. Szamoylenko, Elisabeth. Muskulatur, Innervation u. Mechanismus der Schleuderzunge von Spelerpes fuscus. Diss. med. Fak. Freiburg i. Br.
1875. Wiedersheim, R. Salamandra perspicillata und Geotriton fuscus. Versuch einer vergl. Anat. der Salamandrinen. Genua. Ann. Mus. Civico, Genoa, vol. 7.
1877. Wiedersheim, R. Das Kopfskelett der Urodelen. Morpholog. Jahrbuch, Band 3.
1890. – Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von Proteus anguineus. Arch. für mikr. Anat. Band 35.
1909. – Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 7. Aufl. Jena.

1894. Wilder, H. H. Lungenlose Salamandriden. Anat. Anz. 9.
1899. – Desmognathus fusca (Rafinesque) and Spelerpes bilineatus (Green). Am. nat. Vol. XXXIII.
1913. Wilder, J. W. Life history of Desmognathus fusca. Biol. Bull. Vol. 24.
1903. Zander, E. Studien über das Kiemenfilter bei Süßwasserfischen. Ztschr. für wiss. Zool. 75.
1906. – Das Kiemenfilter der Teleostier, eine morpho-physiologische Studie. Ztschr. für wiss. Zool. Bd. 84.